

**Abstimmung eines Propellers zu ROTAX Ultraleicht-Motoren  
beim Bau von Fluggeräten****1) EINLEITUNG**

Die Auswahl eines Propellers für ein Fluggerät trifft der Fluggeräteentwickler, sie richtet sich nach den Gegebenheiten des Fluggerätes, nach der verfügbaren Motorleistung bei einer bestimmten Drehzahl sowie sonstigen Einflüssen (Lärmbestimmungen). In jedem Fall muß der Propeller bzw. die Propellerdrehzahl auf die Motorcharakteristik abgestimmt werden.

**2) THEORETISCHE GRUNDLAGEN****2.1. Propelleranpassung:**

Das Diagramm (sh. Seite 4) zeigt das Zusammenwirken von Motor und Propeller.

Der Propeller braucht ein Antriebsdrehmoment, das mit steigender Drehzahl rasch zunimmt (etwa nach einer quadatischen Parabel). Um den Propeller auf Drehzahl zu bringen, muß der Antriebsmotor jeweils ein höheres Drehmoment erzeugen, als der Propeller benötigt. Die Propellerdrehzahl nimmt dann solange zu, bis Gleichgewicht erreicht ist, d.h. der Motor kein höheres Drehmoment mehr liefert.

Bei Vollgas ist das im Punkt N der Fall, bei Teillast (Reiseleistung) im Punkt R.

Mit dieser Auslegung nach Kurve A ergibt sich im gesamten Drehzahlbereich unter der Nenn Drehzahl ein Drehmomentüberschuß  $\ddot{U}$  des Motors, wodurch ein einwandfreies Betriebsverhalten gewährleistet ist.

Stimmt die Propellergröße, die Steigung oder die Übersetzung nicht, dann verschiebt sich die Propellerkurve so, daß Schwierigkeiten im Betrieb auftreten.

Die Kurven B und C zeigen den Fall eines zu großen Propellers oder eines mit zu großer Steigung. Der Propeller nimmt zuviel Drehmoment auf, sodaß die Nennleistung nicht erreicht wird. Zusätzlich entsteht eine Instabilität, weil die Kurven nahezu parallel verlaufen, sodaß bei geringfügigem Drehmomentrückgang des Motors (z.B. bei hoher Außentemperatur bzw. Dichtehöhe) die Drehzahl von der ohnehin zu niedrigen im Punkt X auf den wesentlich niedrigeren Wert im Punkt Y abfällt und die Propellerleistung dadurch ungenügend wird.

Propeller D nimmt zuwenig Leistung auf, die zulässige Höchstdrehzahl wird überschritten, gleichzeitig tritt ebenfalls Leistungsverlust auf.



## 2.2. Getriebe

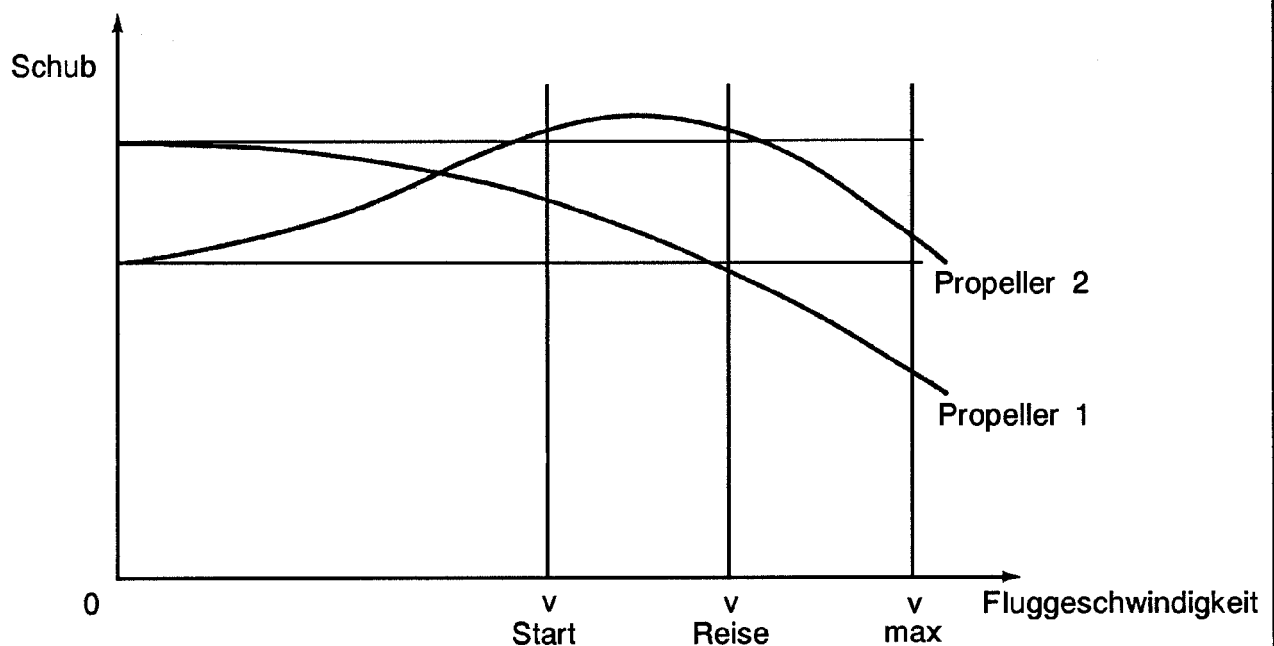
Mit der Getriebeuntersetzung kann man den Motordrehzahlbereich an einen vorhandenen Propeller anpassen und umgekehrt. Im Falle der Propellerkurve 'D' z.B. wäre eine 'schnellere' Übersetzung erforderlich ( $i = 2,3$  statt  $i = 2,5$  z.B.), im Falle der Kurve 'B' eine langsamere ( $i = 3$  statt  $i = 2,5$  z.B.).

## 2.3. Schub

Der Propellerschub entsteht als Reaktionskraft der nach hinten beschleunigten Luftmasse. Je mehr Luft und je stärker diese beschleunigt wird, desto größer der Schub.

Der beste Wirkungsgrad ergibt sich jedoch bei kleinerer Strahlgeschwindigkeit, das bedeutet wiederum, daß eine große Luftmasse erforderlich ist, daher große Propellerdurchmesser günstiger sind.

Guter Standschub allein ist nicht ausreichend, der Propeller muß auch bei höherer Fluggeschwindigkeit guten Schub liefern. Dafür ist Steigung und Drehzahl verantwortlich. Bei zu kleiner Steigung nimmt der Schub bei höherer Geschwindigkeit stark ab (Propeller 1), bei zu großer Steigung wird der Standschub geringer, da das Propellerblatt im überzogenen Zustand arbeitet (Propeller 2).





### 3) PROBLEME

Bei Nichtbeachtung dieser grundlegenden Regel kommt es zu folgenden Problemen:

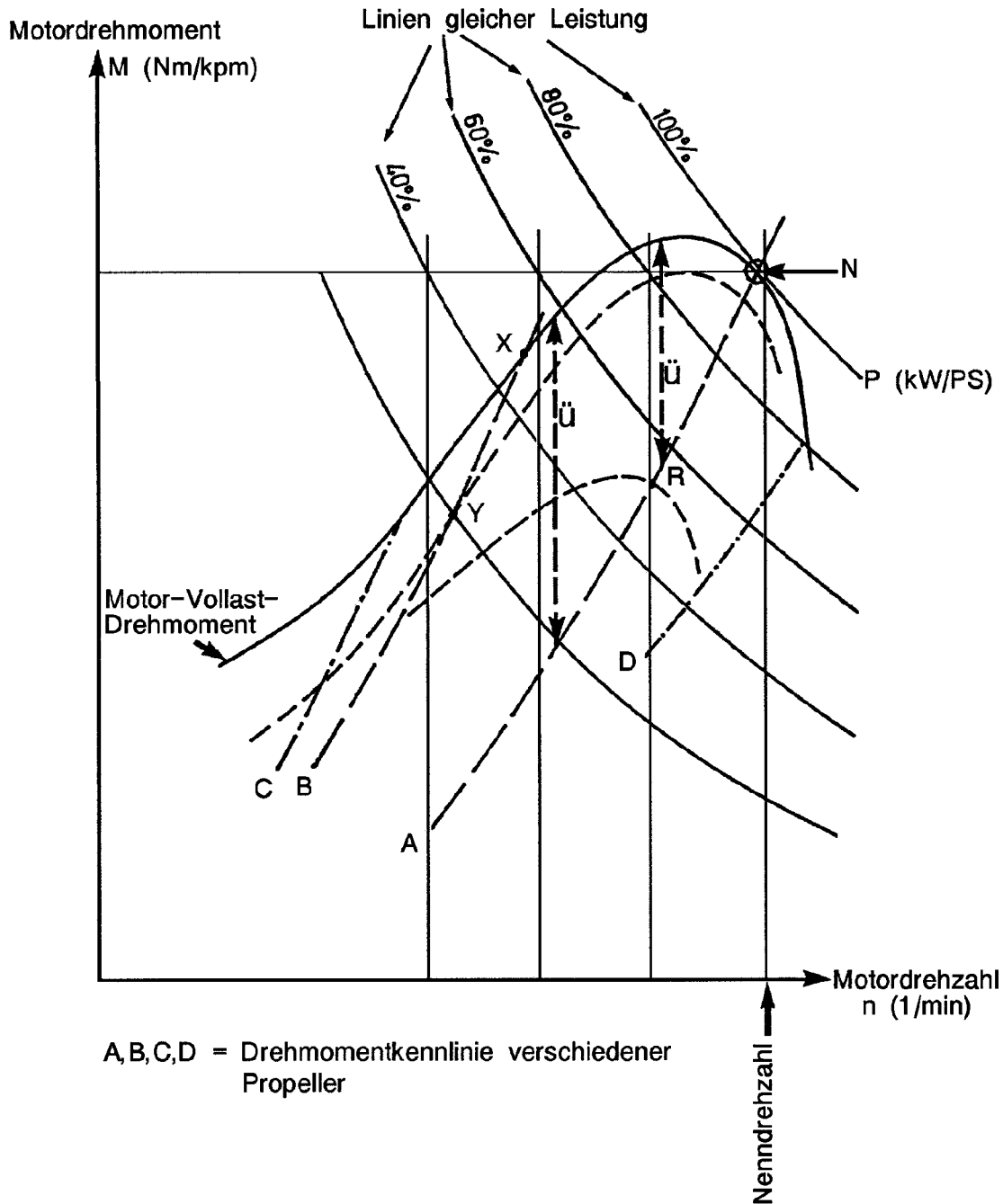
- a) Motor geht nicht auf Drehzahl.
- b) Motor geht kurze Zeit auf Drehzahl und fällt aber anschließend rasch ab und dreht nur mühselig im unteren Drehzahlbereich.
- c) Motordrehzahl kann in einem gewissen Teillast-Drehzahlbereich nicht gehalten werden.
- d) Da die Motorleistung oft beträchtlich von Temperatur und Luftdruck (Dichtehöhe) sowie vom Zustand des Motors abhängt, können die vorhin genannten unangenehmen Störungen auch erst nach längerer Betriebszeit auftreten.
- e) Voraussetzung für alle Aussagen sind ORIGINAL ROTAX-Ansaug, Vergaser und Auspuffanlage sowie einwandfreier technischer Motorzustand.

#### **Hinweis:**

Wenn jemand aus Lärmgründen oder sonstigen Überlegungen sein Fluggerät immer mit reduzierter Motordrehzahl betreibt (Gashebelweg bzw. Vergaserschieberweg begrenzt), so müssen trotzdem vorher bei der Propellerauswahl die vorhin genannten Vollgasdrehzahlen (bei offenem Gasschieber) erreicht werden.



## DIAGRAMM



A,B,C,D = Drehmomentkennlinie verschiedener Propeller

### PROPELLER MUSS AUF DEN MOTOR ABGESTIMMT WERDEN!

- N .....Nennleistung bei Vollgas
- R .....Nennleistung bei Teillastbetrieb
- Ü .....Drehmoment - Überschuß
- A .....Propellerdrehmomentkurve bei optimaler Propellerauslegung
- B/C ....Propellerkurve bei zu großem Propeller oder bei Propeller mit zu großer Steigung
- D .....Propeller mit zu geringer Leistungsaufnahme
- X/Y ...Drehzahlabfall bzw. Leistungsabfall bei falscher Propellerauslegung (siehe Text).